

ANALISIS PERCEPATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUANG KELAS BARU MADRASAH IBTIDAIYAH NEGERI 5 MALUKU TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CRASHING* PROGRAM

Ahmat Ikbal Salong¹⁾, Lenora Leuhery, ST., MT²⁾, Maslan Abdin, S.Pd., M.Pd³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil dan Politeknik Negeri Ambon

ahmatikbal37@gmail.com¹⁾ en_lenny@yahoo.co.id²⁾ maslanabdin15@gmail.com³⁾

ABSTRACT

There are several aspects of project implementation management, such as implementation plans, schedules, and others. The emergence of problems in the implementation management aspect hurts project implementation. Then the alternatives that are usually used to support the acceleration of activities is to increase working hours so that it has an impact on the total project cost. The Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Maluku Tengah New Classroom Construction Project was chosen for the research study because it experienced delays. The CPM (critical path method) is used to analyze the project implementation time to obtain critical work that has no leeway days to be accelerated. The optimal time and cost are obtained from the Crash Program using the Crashing method by adding working hours to each accelerated critical work. From the acceleration, the cost slope value is obtained. the purpose of this research is to determine what work is critical in the project and also get the results of analyzing the calculation of time and cost of work after being accelerated. The result showed that the total normal project cost budget of Rp 2,891,000,000 with an implementation duration of 120 days, in conditions after crashing with an alternative of adding working hours for two hours obtained a cost of Rp 2,943,185,364 greater than the total project cost budget under normal conditions and a reduction in duration to 110 days or faster than the normal duration. The total cost slope value obtained was Rp 64,231,234.

ABSTRAK

Dalam manajemen pelaksanaan proyek terdiri dari beberapa aspek seperti rencana pelaksanaan dan jadwal pelaksanaan, metode pelaksanaan, dan lain-lain. Timbulnya permasalahan pada aspek manajemen pelaksanaan akan menyebabkan dampak negatif pada pelaksanaan proyek. Dampak umum yang sering terjadi adalah keterlambatan proyek. Maka alternatif yang biasanya digunakan untuk mendukung percepatan kegiatan adalah menambah jam kerja sehingga berdampak pada total biaya proyek. Pada Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Maluku Tengah ini dipilih untuk studi penelitian karena mengalami keterlambatan. Metode CPM (*critical path method*) dapat digunakan untuk menganalisa waktu pelaksanaan proyek agar dapat memperoleh pekerjaan kritis yang tidak memiliki kelonggaran hari agar dapat dipercepat. Waktu optimal dan biaya diperoleh dari Crash Program menggunakan metode *Crashing* dengan melakukan penambahan jam kerja pada masing-masing pekerjaan kritis yang akan dipercepat. Dari percepatan tersebut akan diperoleh nilai *cost slope*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pekerjaan apa saja yang kritis pada proyek dan juga memperoleh hasil analisis perhitungan waktu dan biaya pekerjaan setelah dilakukan percepatan. Dari hasil penelitian menunjukkan total anggaran biaya proyek pada kondisi normal sebesar Rp 2.891.000.000 dengan durasi pelaksanaan 78 hari kerja, pada kondisi setelah melakukan *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja selama dua jam diperoleh biaya sebesar Rp 3.523.659.694 atau lebih besar dari total anggaran biaya proyek dalam kondisi normal dan pengurangan durasi pelaksanaan proyek menjadi 69 hari kerja atau lebih cepat dari durasi normal. Dan total nilai *cost slope* yang di peroleh sebesar Rp 632.659.694.

Kata Kunci: *CPM, Cost slope, Crashing,*

1. PENDAHULUAN

Waktu penyelesaian proyek bisa saja bergeser dari waktu yang direncanakan karena pengaruh dari pekerjaan yang berada pada lintasan kritis apabila pekerjaan tersebut mengalami keterlambatan. denda sebesar 1/1000 perharinya dari nilai kontrak akan dikenakan apabila keterlambatan melebihi batas, menurut Perpres No. 54 Tahun 2010 Pasal 120.

Maka untuk menangani masalah keterlambatan yang akan terjadi nantinya perlu dilakukan percepatan penyelesaian proyek, alternatif yang biasanya digunakan untuk mendukung percepatan kegiatan adalah menambah jam kerja sehingga berdampak pada total biaya proyek. apabila hanya menambah jam kerja biasa saja kurang memenuhi produktivitas yang diinginkan, sebab penurunan tingkat produktivitas pekerja sebanding dengan lama waktu pekerja melakukan pekerjaan. Maka dengan menambah jumlah pekerja bisa menangani hal tersebut, karena produktivitas akan sebab pekerjaan yang ditanggung oleh pekerja sebelumnya akan lebih ringan. Maka dari itu untuk memperpendek durasi proyek perlu adanya pertimbangan dengan penambahan biaya yang tidak signifikan.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi kasus pada proyek pembangunan ruang kelas baru MIN 5 Malteng yang merupakan program pemerintah, dengan anggaran Rp. 2,891,000,000.00 dengan waktu pelaksanaan selama 120 hari kalender pada bulan juni hingga oktober tahun 2022 (sumber: *time schedule* 2022). Pada pelaksanaannya proyek mengalami keterlambatan diakibatkan karena kurang matangnya perencanaan kegiatan (metode), pengendalian proyek yang kurang efektif dan kurangnya produktivitas pekerja, serta cuaca hujan. proyek mengalami keterlambatan pada minggu ke 10 dengan bobot realisasi 17,50 sedangkan rencana 20,54. pada item pekerjaan kolom, pekerjaan lantai dasar 1 kanopi dan meja, pekerjaan balok, pekerjaan plat lantai 2 kanopi dan meja, pekerjaan dinding dan plesteran lantai 1.

Keterlambatan juga terjadi pada minggu ke 14 dan 15 dengan bobot realisasi minggu ke 15 sebesar 52,65 dimana bobot rencana sebesar 53,33. Pada item pekerjaan lantai dasar 1 kanopi dan meja, struktur tangga, ring balok lantai 2, plat lantai dudukan tandon, penutup lantai, kusen pintu dan jendela, dinding dan plesteran lantai 2, pekerjaan atap, saluran keliling, armatur dan kabel, dan instalasi air bersih. Sampai pada minggu ke 17 minggu terakhir pelaksanaan proyek yang direncanakan dimana bobot yang direncanakan harusnya mencapai 100 persen tetapi pada pelaksanaannya bobot realisasi hanya sebesar 75,29 maka proyek dinyatakan mengalami keterlambatan.

Penulis akan menganalisis percepatan penyelesaian proyek dengan langkah awal menentukan lintasan kritis pada pelaksanaan proyek dengan menganalisa *time schedule* dan menggunakan metode *CPM* agar selanjutnya melakukan penambahan jam kerja dan tenaga kerja pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, metode analisis yang akan digunakan adalah metode *Crashing*. Metode *Crashing* digunakan untuk mempercepat pekerjaan pada jalur

kritis. Untuk item pekerjaan yang dipercepat akan dihitung kebutuhan biaya dari percepatan tersebut. Metode ini berfungsi untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat, menambahkan biaya untuk kegiatan yang dapat dipercepat selama periode pelaksanaan sehingga akselerasi maksimal dan biaya minimum dapat diketahui.

Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh pekerjaan – pekerjaan yang kritis pada proyek menggunakan metode *CPM* dan juga memperoleh hasil analisis perhitungan waktu dan biaya pekerjaan pelaksanaan setelah dilakukan percepatan pada proyek dengan metode *crashing*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang hanya satu kali terjadi atau dilaksanakan dan mempunyai jangka waktu tertentu, panjang dan pendeknya ditentukan oleh besar atau kecilnya lingkup proyek, tingkat kesulitan pelaksanaan, dan faktor lainnya, tetapi pada umumnya berjangka pendek (Ervianto, 2023)

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek mengacu pada semua perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi proyek dari awal (gagasan) hingga penyelesaian proyek untuk memastikan bahwa proyek dilaksanakan tepat waktu, tepat biaya dan tepat kualitas.

Manajemen proyek juga dapat diartikan secara bebas sebagai ilmu dan seni memimpin dan mengkoordinasikan sumber manusia dan material dengan menggunakan teknik manajemen modern untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan, yaitu: ruang lingkup, kualitas, jadwal, dan biaya, dan untuk memenuhi keinginan para stakeholder (Lesmana dan Antika2020).

2.3 Biaya

Biaya merupakan salah satu aspek dalam kegiatan konstruksi yang mendapat perhatian cukup besar baik dalam masa perencanaan maupun pelaksanaan proyek. Estimasi biaya pada proyek adalah perkiraan tentang biaya proyek yang akan digunakan, terdapat beberapa unsur (Rani; Faudi, 2016) : bahan material, tenaga kerja, peralatan, over head, profit.

Dalam pelaksanaan proyek suatu pekerjaan konstruksi terdapat hal yang penting yaitu biaya, yang dapat terbagi menjadi 2 yaitu :

A. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan volume pekerjaan, misalnya: biaya material dan upah tenaga kerja (Johan, et.al, 1998). Yang tergolong biaya langsung (Malik, 2012) adalah: biaya material, upah tenaga kerja, biaya peralatan.

- a. Biaya bahan dan material. Menghitung biaya persediaan dan bahan yang digunakan harus hati-hati dari segi kuantitas dan memperhitungkan bahan yang terbuang. Harga setiap bahan dapat bervariasi menurut lokasi karena pengaruh kelangkaan, biaya transportasi, dan persediaan bahan.
 - b. Biaya upah. Biaya bervariasi dan bergantung pada keterampilan dan standart gaji di tempat proyek dilaksanakan. gaji yang tinggi sepadan dengan tingginya biaya hidup di wilayah proyek.
 - c. Biaya alat. Perlu mempertimbangkan biaya sewa atau membeli peralatan umum yang biasa digunakan. sebab dengan suatu analisa dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya peralatan.
- B. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)
 Adalah biaya yang tidak ada hubungannya dengan pelaksanaan pekerjaan secara langsung dengan volume pekerjaan misalnya gaji atau honor pegawai kantor baik tetap maupun tidak tetap, anggaran manajemen proyek, biaya sewa kantor, biaya perawatan, over head, biaya tidak terduga alat kerja dan lain lain (Johan, 1998) . Biaya tidak langsung tersebut meliputi :
- a. Biaya *overhead*. Biaya *overhead* adalah biayakegiatan penunjang pelaksanaan pekerjaan pada proyek, antara lain: fasilitas smentara, operational petugas satpam, biaya untuk K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)
 - b. Gaji Pegawai. Upah dan biaya pegawai tetap dan tidak tetap yang terlibat atau tidak terlibat dalam proyek yang termasuk dalam pendanaan proyek tersebut termasuk dalam elemen biaya ini.
 - c. Biaya Tak Terduga. Biaya tak terduga merupakan biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa terjadi, mungkin tidak.

2.4 Metode Critical Path Method (CPM)

Metode ini disebut sebagai metode jalur kritis karena dapat membentuk jalur kritis yang memerlukan pemantauan khusus pada eksekusi yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan proyek dan dapat mengidentifikasi kegiatan prioritas yang perlu dipantau secara efektif agar kegiatan dapat dilaksanakan sesuai jadwal rencana.

(Siswanto 2007). Jadi CPM merupakan suatu teknik analisa untuk merencanakan, penjadwalan, dan pengendalian proyek dengan metode jalur jaringan kritis dengan suatu taksiran.

- a. Hitungan maju (*Foreward Pass*)
 Perhitungan dimulai dari awal (*Start*) dan berakhir pada titik akhir (*Finish*), serta mempunyai komponen ES (waktu tercepat untuk memulai suatu kegiatan) dan EF (waktu tercepat untuk menyelesaikan). Berikut adalah aturan perhitungan maju :

- Aktivitas awal dimulai ketika aktivitas sebelumnya selesai (kecuali aktivitas paling awal)
- Waktu berakhir paling awal sama dengan waktu mulai paling awal setelah dijumlahkan dengan durasi aktivitas sebelumnya.
- Jika suatu aktivitas mempunyai dua atau lebih aktivitas sebelumnya yang digabungkan, waktu mulai paling awal (ES) aktivitas tersebut sama dengan waktu berakhir terlama (EF) aktivitas sebelumnya.

- b. Hitungan Mundur (*Backward Pass*)
 Hitung mundur dimulai dari akhir (Finish) hingga titik awal (Start) yang berguna untuk menentukan waktu paling lambat suatu pekerjaan, dan mempunyai komponen berupa LF (waktu paling lambat untuk menyelesaikan suatu kegiatan) dan LS (waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan). Berikut adalah aturan untuk menghitung waktu mundur :

- Waktu mulai paling akhir sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi durasi kegiatan tersebut.
- Bila suatu kegiatan terpecah menjadi dua kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang paling terkecil.

- 1. Lintasan kritis
 Heizer dan Render (2005) dengan jelas menyatakan bahwa selama analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, yang terdiri dari langkah maju dan langkah mundur. ES dan EF ditentukan selama forward pass, LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (earliest start) adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi seluruh kegiatan sebelumnya telah selesai. EF (earliest finish) merupakan waktu dimana suatu kegiatan dapat diselesaikan secepatnya. LS (latest start) merupakan waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai agar tidak menunda penyelesaian keseluruhan proyek. LF (latest finish) merupakan waktu terakhir suatu kegiatan dapat diselesaikan agar tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek, seperti diperlihatkan pada gambar 2.2



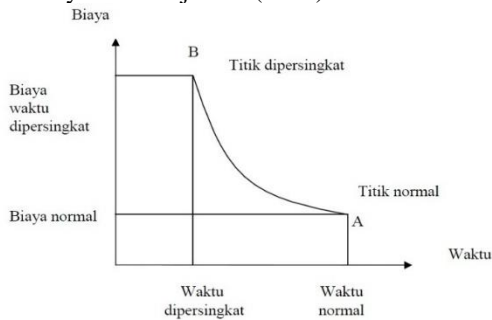
Gambar 1. Contoh Penggambaran CPM Untuk Satu Item Pekerjaan

(Sumber: Bangun, T.D., Irwan, H., dan Purbasari, A., 2016)

3 Metode Percepatan Crashing

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014), terminologi proses *crashing* adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu

penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* adalah cara melakukan perkiraan dari variabel *cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Evrianto 2004) dalam Dimiyati & Nurjaman (2014).



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal Dan Dipersingkat Untuk Suatu Kegiatan

(Sumber: Dimiyati & Nurjaman 2014)

Titik A pada gambar 2.3 menunjukkan titik normal sedangkan titik B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dan titik B disebut kurva waktu dan biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, jika tidak (misalnya, cekung), diadakan perhitungan persegmen yang terdiri atas beberapa garis lurus.

Metode *crashing* melibatkan beberapa Teknik yaitu:

- a. Penambahan Tenaga Kerja
 Produktivitas tenaga kerja adalah jumlah pekerjaan yang dapat dilakukan seorang pekerja sehari. John Soeprihanto berpendapat bahwa produktivitas dapat berupa perselisihan antara hasil yang dicapai dan kebutuhan sumber daya bersama, atau perselisihan total produksi (*output*) dengan sumber daya yang digunakan (*input*).

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}}$$
- b. Penambahan Jam Kerja Lembur
 Pekerjaan jam kerja lembur adalah pekerjaan yang dikerjakan ketika di luar jam kerja. Dalam mempersingkat pelaksanaan pekerjaan perlu diterapkan jam kerja lembur pada saat perencanaan kerja.

Tabel 1. Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (per jam)	Presentase Prestasi Kerja (%)	Koefisien Pengurangan Produktivitas
a	B	c = b*a	D	e = 100% - d
1	0,1	0,1	10	0,9
2	0,1	0,2	20	0,8
3	0,1	0,3	30	0,7
4	0,1	0,4	40	0,6

(Sumber : Fredrika, Ariany. 2010)

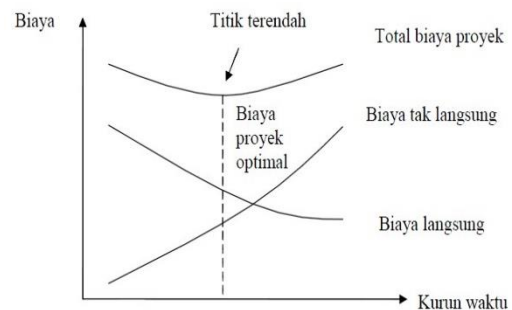
Keterangan :

- a = Jam lembur
- b = Penurunan indeks produktivitas
- c = Prestasi kerja (per jam)
- d = Perentase prestasi kerja
- e = koefisien pengurangan produktivitas

Untuk nilai prestasi kerja (c) didapat dari penurunan indeks produksi (b) x dengan jam lembur (a) atau (e = b x a), sedangkan untuk nilai presentasi prestasi kerja (d) didapat dari prestasi kerja (c) x 100, dan untuk nilai koefisien pengurangan produktivitas (e) didapat dari 100% - presentasi prestasi kerja (d) atau (e = 100% - d).

2.5 Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Total biaya suatu proyek merupakan penjumlahan biaya langsung dan tidak langsung yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung pada waktu (durasi) penyelesaian proyek, keduanya berbeda-beda tergantung durasi dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, secara umum, semakin lama proyek berlangsung, semakin tinggi pula overhead kumulatif yang diperlukan. Pada Gambar 2.4 ditunjukkan hubungan antara biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan dapat dilihat bahwa biaya optimal dicapai dengan mencari total biaya minimum proyek.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Dengan Biaya Total, Biaya Langsung, Dan Biaya Tak Langsung

(Sumber: Dimiyati & Nurjaman 2014)

3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

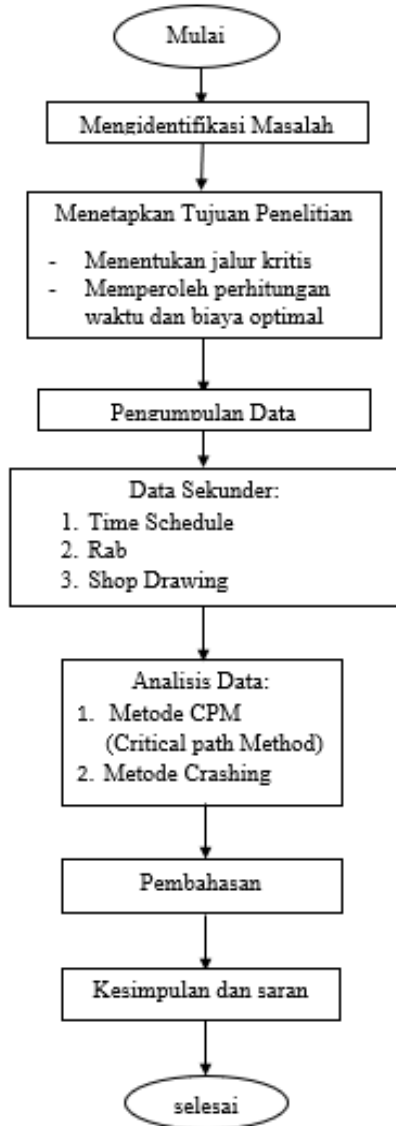
Pada studi kasus kali ini, penelitian dilakukan pada pembangunan ruang kelas baru madrasah ibtidaiyah negeri 5 malteng. Yang beralamat di JLN. Pandita Louw Tulehu, kecamatan Salahutu kabupaten maluku tengah, provinsi maluku

3.2 Jenis Data

Adapun jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini, yaitu data sekunder, adalah data yang diambil dari sumber-sumber lain. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana berupa, rencana anggaran biaya (RAB),

Time Schedule, as built drawing, analisa harga satuan pekerjaan.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian (Sumber : Penulis, 2023)

Menjelaskan rancangan penelitian yang akan digunakan yaitu: menjelaskan pengumpulan informasi/data pendukung, menguraikan langkah-langkah untuk membahas/menganalisis (mendefinisikan variabel, teknik komputasi/ mengolah data) serta penjelasan asumsi. Metodologi dapat menggambarkan teknik atau prosedur analisis data.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Jalur Kritis Dengan menggunakan CPM

Dalam menghitung Critical Part Method (CPM) terlebih dahulu ditentukan uraian pekerjaan, kode kegiatan, serta durasi yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Untuk penentuan durasi dan pekerjaan yang mendahului ditinjau pada *time schedule*.

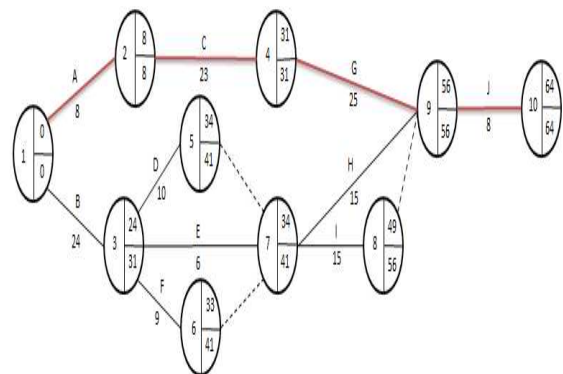
Tabel 2. Uraian Pekerjaan Mendahului Dan Durasi

No.	URAIAN PEKERJAAN	aktifitas	pendahulu	durasi
1	Pekerjaan tanah	A	-	8 hari
2	Pekerjaan kolom	B	-	24 hari
3	Pekerjaan dinding dan plesteran	C	A	23 hari
4	Pekerjaan penutup lantai	D	B	10 hari
5	Pekerjaan plafond	E	B	6 hari
6	Pekerjaan struktur tangga	F	B	9 hari
7	Pekerjaan lantai dasar, canopy dan meja	G	C	25 hari
8	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	H	D,E,F	15 hari
9	Pekerjaan sanitair	I	D,E,F	15 hari
10	Pekerjaan besi dan railing	J	G,H,I	8 hari

Sumber: Penulis, 2023

Tabel 2 diatas menunjukkan hasil dari analisa durasi pekerjaan dan hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya atau pekerjaan yang mulai lebih dulu dikerjakan dan yang lain akan dikerjakan apabila pekerjaan sebelumnya telah selesai.

Setelah menentukan kode kegiatan serta durasi per item pekerjaan, selanjutnya akan dilakukan analisis hubungan jaringan antar tiap item pekerjaan agar dapat memperoleh pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis



Gambar 5. Analisa Jalur Kritis Dengan CPM

Sumber: Penulis, 2023

Dari gambar 5 diatas dapat disimpulkan ada 4 pekerjaan yang berada pada lintasan kritis yang di tandai dengan garis berwarna merah sedangkan garis putus – putus adalah garis penghubung dari kegiatan pendahulu yang lebih dari satu kegiatan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan CPM Proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Maluku Tengah

KODE	ITEM PEKERJAAN	PADAHULU	DURASI	ES	EF	LS	LF	TF	ket
a	b	c	d	e	f	g	h	$I=(h-a-d)$	
A	Pekerjaan tanah	-	8 hari	0	8	0	8	0 hari	Kritis
B	Pekerjaan kolom	-	24 hari	0	24	0	31	7 hari	Tidak kritis
C	Pekerjaan dinding dan plesteran	A	23 hari	8	31	8	31	0 hari	Kritis
D	Pekerjaan penutup lantai	B	10 hari	24	34	31	41	7 hari	Tidak kritis
E	Pekerjaan plafond	B	6 hari	24	30	31	41	11 hari	Tidak kritis
F	Pekerjaan struktur tangga	B	9 hari	24	33	31	41	8 hari	Tidak kritis
G	Pekerjaan lantai dasar, canopy dan meja	C	25 hari	31	56	31	56	0 hari	Kritis
H	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	D,E,F	15 hari	34	49	41	56	7 hari	Tidak kritis
I	Pekerjaan sanitair	D,E,F	15 hari	34	49	41	56	7 hari	Tidak kritis
J	Pekerjaan besi dan railing	G,H,I	8 hari	56	64	56	64	0 hari	kritis

Sumber: Penulis, 2023

Tabel 3 menunjukkan hasil analisa pekerjaan – pekerjaan yang kritis atau yang tidak memiliki tambahan waktu pekerjaan dari waktu normal.

4.2 Percepatan durasi dengan menambahkan jam kerja (Lembur)

Perhitungan crashing duration pada pekerjaan tanah yang berada pada jalur kritis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian normal} &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{92,90 \text{ m}^3}{8} \\ &= 11,61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per jam} &= \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}} \\ &= \frac{11,61 \text{ m}^3/\text{hari}}{8} \\ &= 1,45 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas jam lembur} &= 2 \times \text{produktivitas perjam} \times 0,8 \\ &= 2 \times 1,45 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,8 \\ &= 2,32 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian percepatan} &= \text{produktivitas harian normal} + \text{jam lembur} \\ &= 11,61 \text{ m}^3/\text{hari} + 2,32 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 13,94 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crashing duration} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian percepatan}} \\ &= \frac{92,90 \text{ m}^3}{13,94 \text{ m}^3/\text{hari}} = 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan dengan menggunakan metode crashing

4.3.1 Perhitungan produktifitas harian, normal dan percepatan

Perhitungan produktifitas harian normal pada pekerjaan tanah

- a. Volume pekerjaan = 92,90 m³
- b. Harga satuan = Rp 300.300
- c. Durasi normal = 8 hari
- d. Normal cost = Rp 16.331.024
- e. Produktifitas harian normal

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{92,90 \text{ m}^3}{8 \text{ hari}} = 11,61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- f. Produktifitas normal/jam

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{produktivitas harian normal}}{\text{waktu kerja normal}} \\ &= \frac{11,61 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam}} = 1,45 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- g. Produktifitas jam lembur = 2 x produktifitas normal/jam x 0,8

$$\begin{aligned} &= 2 \times 1,45 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,8 \\ &= 2,32 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- h. Produktifitas harian percepatan = produktifitas harian normal + produktifitas jam lembur

$$\begin{aligned} &= 11,61 \text{ m}^3/\text{hari} + 2,32 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 13,94 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan crash duration, crash cost dan cost slope

Perhitungan crash duration, crash cost dan cost slope pada pekerjaan tanah

- a. Normal cost = Rp 16.331.024
- b. Durasi normal = 8 hari
- c. Produktifitas normal/jam = 1,45 m³/jam
- d. Produktifitas normal/hari = 11,61 m³/hari
- e. Produktifitas lembur/jam = 2,32 m³/jam
- f. Produktifitas harian percepatan = 13,94 m³/hari
- g. Crash duration =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas harian percepatan}} \\ &= \frac{92,90 \text{ m}^3}{13,94 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

- h. Upah normal/jam = harga satuan x produktifitas normal/jam

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 300.300,00 \times 1,45 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 435.904,00 \end{aligned}$$

- i. Upah normal/hari = upah normal/jam x jam kerja perhari

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 435.904,00 \times 8 \\ &= \text{Rp } 3.487.232,00 \end{aligned}$$

- j. Upah 2 jam lembur/hari = (1,5 x upah /jam) + 2 (2 x upah/jam)

$$\begin{aligned} &= (1,5 \times \text{Rp } 435.904,00) + 2 (2 \times \text{Rp } 435.904,00) \\ &= \text{Rp } 2.397.472,00 \end{aligned}$$

- k. Upah percepatan/hari = upah normal/hari + upah 2 jam lembur

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 3.478.323,00 + \text{Rp } 2.397.472,00 \\ &= \text{Rp } 5.884.704,00 \end{aligned}$$

- l. Crash cost = upah percepatan/hari x crash duration

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 5.884.704,00 \times 7 \\ &= \text{Rp } 41.192.928,00 \end{aligned}$$

- m. Cost slope =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}} \end{aligned}$$

$$= \frac{Rp\ 41.192.928,00 - Rp\ 16.331.024}{8-7}$$

$$= Rp\ 24.861.903,00$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Crash Duration, Crash Cost Dan Cost Slope

Uraian pekerjaan	Durasi Normal	Biaya normal	Durasi Crash	Biaya dipercepat	Cost slope
Pekerjaan tanah	8 hari	Rp 16.331.024	7 hari	Rp 41.192.928	Rp 24.861.903
Pekerjaan lantai dasar, canopy dan meja	25 hari	Rp 25.310.598	21 hari	Rp 77.162.463	Rp 12.962.966
Pekerjaan dinding	23 hari	Rp 177.381.191	19 hari	Rp 198.980.388	Rp 5.399.799
Pekerjaan besi railing	8 hari	Rp 31.416.930	7 hari	Rp 52.423.497	Rp 21.006.566
Total cost slope					Rp 64.231.234

Sumber: Penulis, 2023

Pada tabel 4 menampilkan perbandingan waktu dan biaya pekerjaan – pekerjaan kritis setelah dilakukannya percepatan durasi

4.4 Analisa biaya langsung dan tidak langsung

Selesai melakukan proses analisa percepatan dan mendapatkan durasi percepatan, maka selanjutnya akan menghitung biaya total proyek dalam kondisi normal dan kondisi dipercepat. Biaya total proyek tersebut terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung sebagai berikut.

Durasi proyek : 120 hari kalender

Total biaya proyek : Rp 2.891.000.000

- profit = total biaya proyek × 5%
= Rp 2.891.000.000 × 5%
= Rp 144.550.000
- biaya overhead = total biaya proyek × 5%
= Rp 2.891.000.000 × 5%
= Rp 144.550.000
- overhead perhari = $\frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}}$
= $\frac{Rp\ 144.550.000}{120\ \text{hari}}$
= Rp 1.204.583

Setelah mendapat nilai profit dan biaya overhead maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan biaya langsung dan tidak langsung.

- Pada kondisi normal

Perhitungan biaya langsung untuk nilai 90% di dapat dari 100% total biaya proyek dikurangi 10% untuk nilai biaya profit dan overhead

- Biaya langsung = 90% × total biaya proyek
= 90% × Rp 2.891.000.000
= Rp 2.601.900.000
- Biaya tidak langsung = profit + biaya overhead
= Rp 144.550.000 + Rp 144.550.000
= Rp 289.100.000
- Biaya total = biaya langsung + biaya tidak langsung
= Rp 2.601.900.000 + Rp 289.100.000

$$= Rp\ 2.891.000.000$$

- Kondisi dipercepat
- Biaya langsung = biaya normal + total cost slope
= Rp 2.601.900.000 + Rp 64.231.234
= Rp 2.666.131.234
 - Biaya tidak langsung = (durasi sesudah crashing × overhead perhari) + profit
= (110 × Rp 1.204.583) + Rp 144.550.000
= Rp 277.054.130
 - Total biaya sesudah crashing = biaya langsung + biaya tidak langsung
= Rp 2.666.131.234 + Rp 277.054.130
= Rp 2.943.185.364

Tabel 5. Cost Slope Terkecil Hingga Terbesar

No	Uraian pekerjaan	Durasi normal	Durasi crashing	Cost slope
1	Pekerjaan dinding	23 hari	19 hari	Rp 5.399.799
2	Pekerjaan lantai dasar, canopy, dan meja wasta fel	25 hari	21 hari	Rp 12.962.966
2	Pekerjaan besi dan railing	8 hari	7 hari	Rp 21.006.566
4	Pekerjaan tanah	8 hari	7 hari	Rp 24.861.903

Sumber: Penulis, 2023

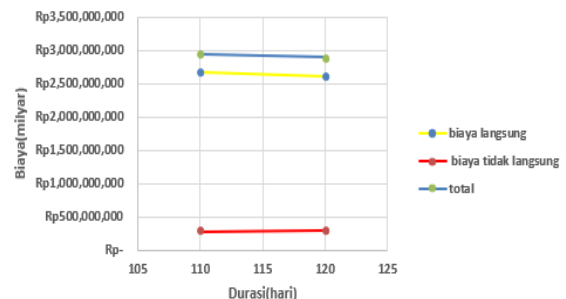
Tabel 5 menampilkan hasil urutan cost slope atau penambahan biaya dari yang terkecil hingga yang terbesar dari pekerjaan yang dipercepat.

Tabel 6. Rekapitulasi Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

	durasi	Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total biaya
normal	120 hari	Rp 2.601.900.000	Rp 289.100.000	Rp 2.891.000.000
dipercepat	110 hari	Rp 2.666.131.234	Rp 277.054.130	Rp 2.943.185.364
selisih	10 hari	Rp 64.231.234	Rp 12.045.870	Rp 52.185.364

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 6 menunjukkan semakin pendek durasi proyek maka semakin besar biaya langsung dan biaya tidak langsung mengalami penurunan. Total biaya didapat dari penjumlahan biaya langsung dan tidak langsung.



Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Dan Biaya
Sumber: Penulis, 2023

Hasil analisis pada gambar grafik 4.2 menunjukkan waktu crashing yang didapatkan yaitu 110 hari dengan lama waktu percepat sebanyak 10 hari dari waktu normal 120 hari, dengan besaran biaya

langsung sebanyak Rp 2.666.131.234, dan biaya tidak langsung sebesar Rp 277.054.130, dengan dipercepatnya durasi proyek, biaya langsung mengalami penambahan sebanyak Rp 64.231.234, sedangkan biaya tidak langsung mengalami penurunan sebesar Rp 12.045.870 dari kondisi normal proyek.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan dan dapat menggambarkan hasil analisis percepatan pelaksanaan proyek pembangunan ruang kelas baru MIN 5 Maluku Tengah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode CPM untuk menganalisa pekerjaan kritis maka didapatkan ada 4 item pekerjaan yang berada pada jalur kritis yang difokuskan pada pekerjaan arsitektur dan struktur lantai 1 yaitu, (pekerjaan tanah), (pekerjaan lantai dasar canopy dan meja wastafel), (pekerjaan dinding), (pekerjaan besi dan railing).
2. Setelah melakukan percepatan durasi dengan metode *crashing program* hasil yang didapatkan dari Total biaya proyek pada kondisi normal yang sebesar Rp 2.891.000.000, dengan durasi pelaksanaan proyek yang di analisa 120 hari kerja. Dan pada kondisi sesudah melakukan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja lembur sebanyak 2 jam terhadap pekerjaan struktur dan arsitektur lantai 1 adalah sebesar Rp 2.943.185.364 atau lebih mahal dari pada biaya dalam kondisi normal tetapi durasi pelaksanaan proyek yang di dapat adalah 110 hari atau lebih cepat dari durasi normal.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan yang diambil, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Jika ingin melakukan analisa jalur kritis pekerjaan menggunakan metode CPM maka hal penting yang harus diperhatikan adalah rincian dari durasi (hari) pekerjaan dan juga hubungan antara tiap item pekerjaan yakni pekerjaan pendahulu dan pekerjaan selanjutnya agar dapat menentukan pekerjaan kritis dengan perhitungan yang baik dan maksimal.
2. Dalam penggunaan metode *Crashing* selain untuk mempercepat durasi pekerjaan hal penting yang harus diperhatikan adalah biaya dari percepatan durasi tersebut agar tidak mengalami pembengkakan biaya karena setiap percepatan durasi dari masing masing item pekerjaan akan menambah jumlah biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

A. Hamdan Dimiyati, Kadar Nurjaman. 2014. Manajemen Proyek. Jakarta : Pustaka Setia

- Angelin, A Dan Ariyanti, S. 2018. Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Vol. 6 No. 1, 63 – 70. Yogyakarta.
- Dannyanti, E. 2010. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM. Skripsi. Fakultas Ekonomi. Semarang : Universitas Diponegoro
- Dwiretnani And A. Kurnia (2018) “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Methode),” J. Talent. Sipil
- Ervianto, W. I. (2023). Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit Andi
- Fahrul, D., Jamlaay, O., & Abdin, M. (2023). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon Dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Journal Agregate*, 2(1), 1-11.
- Fardila And N. R. Adawyah, (2021) “Optimasi Biaya Dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Lembur Dan Penambahan Tenaga Kerja,” INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil Dan Arsit.,
- Frederika, Ariany. 2010. Analisa Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. Denpasar : Universitas Udayana.
- Gunasti And A. Rofiqi, (2019) “Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT Dan Crashing Project Dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember,” J. Rekayasa Tek. Sipil Univ. Madura
- Henong, S. B. (2016). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Pada Proyek Pemerintahan Di Kota Kupang.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia, (2004) “Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep.102 /Men/Vi/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur.”
- Konsep Dasar Manajemen Proyek Di Era 4.0. N.P., CV Rey Media Grafika, 2022.
- Laila Fajarius. 2020. Penerapan Metode Line Of Balance Pada Penjadwalan Proyek Jalan Preservasi Teluk Dalam – Lolowau. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Medan Area. Medan
- Latupeirissa, J. E. (2016). Metodede Perencanaan Evaluasi Dan Pengendalian Pelaksanaan Proyek Konstruksi. Penerbit Andi.
- Lesmana, I. P. D., & Antika, E. (2020). Manajemen Proyek Dengan Scrum. Absolute Media.
- Manajemen Pengendalian Proyek. N.P., Scopindo Media Pustaka, 2020.
- Manajemen Proyek Konstruksi Dan Teknik Pengendalian Proyek. N.P., Cipta Media Nusantara (CMN).
- Manajemen proyek : Teori & Penerapannya. (2023). (n.p.): PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

- Matahelumual, R., Jamlaay, O., & Sahusilawane, T. (2022). Analisa Percepatan Proyek dengan Metode Crashing Program pada Proyek Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon). *Journal Agregate*, 1(1), 65-72.
- MEGAWATI, L. A. (2021). Analisis faktor keterlambatan proyek konstruksi bangunan gedung. *Jurnal Teknik| Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 21(2).
- Nukuhaly, I. And Serang, R. (2022) 'Analysis Of Project Acceleration With Crashing Method On The Reability And Renovation Project Work Of Iain Ambon Library', *International Journal Of Advanced Engineering Research And Science*.
- Nurhayati, 2010. *Manajemen Proyek*. Edisi Pertama. PT. Graha Ilmu. Indonesia.
- Pedoman Manajemen Industri di PT SEM Indonesia: Smart Earmuff. (2020). (n.p) AFA Grup
- Salakory, C., Jamlaay, O., & Titaley, H. D. (2023). Analisa Percepatan Waktu Pada Proyek Pembangunan Struktur Gedung Laboratorium Unpatti Menggunakan Metode Crashing Program Dan Fast-Track. *Journal Agregate*, 2(1), 29-39.
- Santoso, W. (2018). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam Dan Sistem Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta) (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Soeharto, Iman., 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta:Erlangga